Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

Research Article
Vol. 15, No. 4, 2024, p. 665-681

Effect of Foliar Application of Urea, Proline, and Ascorbic Acid on Some Physiological Characteristics and Yield of Forage of Yellow Sweet Clover (*Melilotus officinalis* L.) under Salinity

Sajjad Rahimi[1], Alireza Pirzad[2*] and Jalal Jalilian[3]

1, 2, and 3- Ph.D. Student, Professor, and Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia- Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: a.pirzad@urmia.ac.ir)

Received: 16-11-2021 Revised: 30-04-2022 Accepted: 07-05-2022 Available Online: 25-01-2021	**How to cite this article:** Rahimi, S., Pirzad, A., & Jalilian, J. (2024). Effect of foliar application of urea, proline, and ascorbic acid on some physiological characteristics and yield of forage of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* L.) under salinity. *Journal of Agroecology, 15*(4), 665-681. (in Persian with English abstract). https:// doi.org/10.22067/agry.2022.73662.1079

Introduction

Salinity, as one of the worldwide limiting factors, can restrict crop quality as well as world food products, particularly in arid and semi-arid regions. Yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* L., Fabaceae family), an herbaceous plant with both medicinal and domestic utilizes that the most salt-tolerant legumes can improve sustainable agriculture in saline soils. In order to minimize the harmful effects of salinity, various strategies, including cost-effective and efficient use of foliar spraying, are adopted to increase plant tolerance by mainly alleviating Na and Cl injuries to the plants. Ascorbic acid (AA), a natural water-soluble antioxidant, and proline, a beneficial solute amino acid, protect the plants as an anti-oxidative defense molecule during various stresses. Foliar urea application directly affects nitrogen metabolism in saline soils and, consequently, amino acid synthesis.

Materials and Methods

Two years (2017-2018) of field experiments were performed in a research field at Urmia University. For each year, the experiment was arranged in a split-plot design based on a randomized complete block design with three replications. The main factor was soil salinity (0.9 dS/m – as none-saline and 6.7 dS/m – as saline soil), and also the sub-factor was foliar application including proline (20 mM, 2.3 g/L), ascorbic acid (5 Mm, 0.9 g/L), urea (46% N, 10 g/L) and control (water spraying). plant biomass (oven-dried at 80 $^{\circ}$C for 48 h) and seed yield (with 15% moisture content) were measured from harvested plants from 1 m^2 of each experimental plot. The chemical composition of samples was obtained based on the standard procedures (The quantities of Photosynthetic pigments and osmolytes) and forage qualities. Comparison of means was performed by Duncan's multiple range test (DMRT) at 5% and 1% probability levels by using SAS and MSTAT-C statistical software.

Results and Discussion

The analysis of variance showed that the interaction between salinity and foliar application on biomass, grain

https:// doi.org/10.22067/agry.2022.73662.1079

yield, chlorophyll a, carotenoids, proline, soluble sugars, and all the characteristics related to forage quality were significant. Also, the effect of salinity on chlorophyll b and glycine betaine and the effect of foliar application on chlorophyll b were significant. The salinity increased the amount of acid-soluble fiber, water-soluble fiber, and total ash, but the amount of crude protein, digestible dry matter, water-soluble carbohydrates, and crude fiber were higher in non-saline conditions. In the non-saline condition, the use of ascorbic acid increased the amount of crude protein by 6.8% compared to the control, but in saline conditions, no significant effect was observed. Under saline conditions, foliar application of urea had the greatest effect on acid-soluble fiber and water-soluble fiber, so in these conditions, urea-sprayed plants had 0.5, 7.86 and 1.69% more acid-soluble fiber than control plants and plants treated with proline and ascorbic acid, respectively. Also, in saline conditions, the amount of water-soluble fiber in urea spraying was 0.46%, 3.32% and 6.31% higher than control, proline, and ascorbic acid treatments, respectively. Proline improved biological yield and grain yield by reducing the adverse effects of salinity, while foliar application of plants with ascorbic acid did not show an additive effect on yield. Osmotic regulators can act as mechanisms to maintain cellular water potential in plants under salinity stress.

Conclusion

In general, biomass yield and grain yield were lower in saline conditions than in non-saline conditions. In both conditions, urea foliar application had the greatest effect on yellow sweet clover yield and increased its amount compared to control and other treatments. In general, yield reduction under salinity conditions may be due to inhibition of photosynthesis, which causes the plant to absorb fewer nutrients. Our data show that foliar application of urea in saline conditions counteracts the harmful effects of salinity on plant yield. Based on the results, the amount of NDF and ADF increased in saline conditions compared to non-saline conditions. The highest amount of acid-soluble fiber and water-soluble fiber was obtained in salinity conditions and by spraying yellow sweet clover with urea.

Acknowledgments

The authors of the article thank Mr. Vakili, Crop Physiology Laboratory, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, for his help in conducting the experiments of this research.

Keywords: Forage quality, Osmolyte, Photosynthetic pigments, Stress

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ٤، زمستان ١٤٠٢، ص ٦٨١-٦٦٥

اثر محلول‌پاشی اوره، پرولین و اسید آسکوربیک روی خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد علوفه یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) تحت شوری

سجاد رحیمی[1]، علیرضا پیرزاد[2]* و جلال جلیلیان[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسمولیت‌ها (پرولین و اسید آسکوربیک) و اوره بر عملکرد، رنگیزه‌های فتوسنتزی، تجمع اسمولیت‌ها و کیفیت علوفه یونجه‌زرد (شبدر شیرین) (*Melilotus officinalis* L.)، در شرایط شور و غیرشور، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل خاک شور و غیرشور و فاکتور فرعی شامل محلول‌پاشی با اسمولیت‌ها، اوره و شاهد (اسپری آب) بود. در این تحقیق، خاک شور ($6/7$ $dS.m^{-1}$) و خاک غیرشور ($0/9$ $dS.m^{-1}$) به‌عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی اسمولیت‌ها (پرولین (۲۰ میلی‌مولار) و اسید آسکوربیک (پنج میلی‌مولار)) و اوره (۴۶ درصد نیتروژن: ۱۰ گرم در لیتر) و شاهد (اسپری آب) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. در شرایط شور، عمکرد زیست‌توده (بخش رویشی گیاه) و عملکرد دانه نسبت به شرایط غیرشور کاهش یافت و از طرفی، در هر دو شرایط، محلول‌پاشی اوره میزان عملکرد را افزایش داد. واکنش اجزای کیفیت علوفه به شوری متفاوت بود؛ شوری میزان فیبر محلول در اسید، فیبر محلول در آب و خاکستر کل را نسبت به شرایط غیرشور افزایش داد، امّا میزان پروتئین‌خام، ماده خشک قابل هضم، کربوهیدرات‌های محلول در آب و الیاف خام در شرایط غیرشور بیشتر بود. در شرایط شور، اوره بیشترین تأثیر را بر فیبر محلول در اسید و فیبر محلول در آب داشت. به‌طور کلی، عملکرد در شرایط شور کمتر از شرایط غیرشور بود و در هر دو شرایط، اوره بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشت، از طرفی، اثر محلول‌پاشی بر کیفیت علوفه متفاوت بود، به‌طوری‌که کیفیت برخی اجزا را کاهش و برخی دیگر را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اسمولیت، تنش، رنگیزه‌های فتوسنتزی، کیفیت علوفه

مقدمه

گیاه شبدر شیرین یا یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) متعلق به خانواده بقولات (Fabaceae) می‌باشد. این گیاه مقاوم به خشکی، سرما و دمای بالاست که موجب سازگاری آن به طیف وسیعی از خاک‌ها گشته است (Meyer, 2005). این گیاه دربردارنده ترکیبات شیمیایی کومارین، آلکالوئید، ترپنوئید، گلیکوزید، فنل، فلاونورید و اسیدهای چرب است که در ریشه، ساقه و سرشاخه گلدار گیاه یافت می‌شود (Stefanovic et al., 2015). در اروپا علاوه‌بر استفاده‌های دارویی، از یونجه زرد به‌عنوان مقوی، مسکن، ضدالتهاب و ضدعفونی‌کننده قوی در التیام زخم‌های سوختگی و زخم‌های دیابتی استفاده می‌شود (Chorepsima et al., 2013).

شوری یکی از عوامل محدودکننده تولید محصول در سراسر جهان است که می‌تواند کیفیت محصول را به اندازه کمیت، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، محدود کند (Kammann et al., 2011). وقتی گیاهان تحت شرایط شوری رشد می‌کنند، جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی گیاه تحت تأثیر منفی قرار می‌گیرد (Puyang

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: a.pirzad@urmia.ac.ir)
https:// doi.org/10.22067/agry.2022.73662.1079

et al., 2015). این اثرات مضر ناشی از پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک به‌عنوان تنش آب، اثرات یونی خاص مانند تنش نمک (سدیم و بور)، عدم تعادل تغذیه‌ای، یا ترکیبی از این عوامل است (Acosta-Motos et al., 2017; Isayenkov & Maathuis, 2019). تنش شوری باعث پیری زودرس برگ‌ها، شکسته شدن کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می‌شود. از طرفی، کاهش کلروفیل نیز منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود و گیاهانی که در زمان تنش میزان کلروفیل بیشتری را حفظ کنند، کارایی فتوسنتز بیشتری دارند و در برابر تنش مقاوم هستند (Sharma & Dubey, 2005).

گونه‌های *Melilotus*، به‌عنوان لگوم‌های مقاوم در برابر شوری، می‌توانند کشاورزی پایدار را در خاک‌های شور بهبود بخشند. در برخی کشورها از جمله کانادا، آرژانتین، اسپانیا و روسیه، گونه‌های *Melilotus* در مناطق کمی شور رشد می‌کنند، جایی که کشت لگوم های علوفه‌ای مشکل است (Rogers et al., 2008).

در تحمل به نمک ترکیبات متعددی از قبیل قندها، اسیدهای آلی و ترکیبات حاوی نیتروژن مانند آمینواسیدها، آمیدها، ایمیدها و پروتئین‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های اسمزی وارد عمل می‌شوند. این ترکیبات به حفظ تورژسانس و نگهداری حجم سلول کمک نموده و آثار تنش را کاهش می‌دهند (Ashraf & Harris, 2004). به‌منظور به حداقل رساندن اثرات مضر شوری، استراتژی‌های مختلفی از جمله اعمال مقرون به صرفه و مؤثر محلول‌پاشی برای افزایش تحمل گیاه از طریق کاهش عمده صدمات سدیم و کلرید مورد استفاده قرار می‌گیرد (Valizadeh-Kamran et al., 2019).

ویتامین C یا اسید آسکوربیک، یک آنتی‌اکسیدانت محلول در آب طبیعی با چندین عملکرد متابولیک حیاتی است که به‌عنوان یک بستر برای محافظت از آسیب چندین گونه اکسیژن فعال ناشی از تنش شوری عمل می‌کند (Sajid & Aftab, 2016). محلول‌پاشی برگ با استفاده از اسید آسکوربیک می‌تواند باعث افزایش غلظت درونی این آنتی‌اکسیدانت شود (Bastam et al., 2013). در پژوهشی، استفاده از اسید آسکوربیک (چهار میلی‌مولار) در شرایط شوری بالا (40 mM) میزان کلروفیل a را در گیاهان لوبیا چشم بلبلی افزایش داد؛ با این حال، محتوای کلروفیل b و مجموع کلروفیل a و b تحت تأثیر استعمال خارجی اسید آسکوربیک قرار نگرفت (Beltagi, 2008).

پرولین، یک آمینو اسید محلول مفید می‌باشد که به‌عنوان یک مولکول دفاعی ضداکسیداتیو از گیاهان در هنگام تنش‌های مختلف محافظت می‌کند (Hayat et al., 2012). تحت تنش شوری، پرولین ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و آناتومیکی مرتبط با رشد گیاهان را افزایش داده وسیستم دفاع آنتی اکسیدانتی گیاهان را بهبود می‌بخشد (Dawood et al., 2014). با در نظر گرفتن تنظیم اسمزی به‌عنوان مهم‌ترین مکانیسم، محلول‌پاشی اسمولیت‌های سازگار مانند پرولین می‌تواند به‌عنوان روشی کارآمد برای کاهش آسیب‌های ناشی از تنش شوری عمل کند (Wani et al., 2016).

از ویژگی‌های منحصر به فرد اوره که باعث می‌شود از آن به عنوان منبع کود نیتروژن استفاده شود، می‌توان به جذب سریع توسط برگ‌ها و انتقال به اندام‌های جوان، سمیت کم و حلالیت زیاد در خاک و آب، اشاره کرد (Ruan & Gerendás, 2015). کاربرد اوره به صورت محلول‌پاشی که از طریق کوتیکول منتقل می‌شود، یک استراتژی جایگزین برای کاهش خطر کوددهی بیش از حد نیتروژن می‌باشد و مستقیماً بر متابولیسم نیتروژن در خاک‌های شور و در نتیجه، سنتز اسیدهای آمینه تأثیر می‌گذارد (Cheng et al., 2002).

اثر منفی شوری روی گیاه را می‌توان با تغییر واکنش‌های بیوشیمیایی مربوط به عملکرد محصول از طریق اصلاحات مؤثر مانند کودها و مواد فیتوشیمیایی، کاهش داد، از این رو مطالعه حاضر به منظور ارزیابی صفات کمّی و کیفی گیاه یونجه زرد با استفاده از محلول‌پاشی اسید آسکوربیک، پرولین و اوره در شرایط غیرشور و شور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ۱۳۳۸ متر ارتفاع از سطح دریا) اجرا شد. عامل‌ها شامل شوری خاک (با سطوح ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان خاک غیرشور و ۶/۷ دسی-زیمنس بر متر به‌عنوان خاک شور؛ پس از آزمایش چند خاک، یکی از زمین‌ها که به‌طور طبیعی این سطح شوری را داشت انتخاب شد) به عنوان کرت‌های اصلی و عامل محلول‌پاشی شامل پرولین (۲۰ میلی-مولار– ۲/۳ گرم در لیتر)، اسید آسکوربیک (پنج میلی‌مولار– ۰/۹ گرم در لیتر)، اوره (۴۶ درصد نیتروژن؛ ۱۰ گرم در لیتر) و شاهد (اسپری آب) به‌عنوان کرت‌های فرعی، بودند.

آماده‌سازی زمین در اوایل فروردین ماه ۱۳۹۶ صورت گرفت، به این صورت که ابتدا خاک مزرعه شخم و سپس با استفاده از کولتیواتور خاک مزرعه به هم زده شد و عملیات تسطیح زمین انجام گرفت. کرت‌های آزمایشی به اندازه ۲۵۰×۲۰۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. فاصله ردیف‌ها از همدیگر ۳۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف، دو و عمق کاشت، سه سانتی‌متر تنظیم گردید. کاشت بذر در ۱۵ فروردین سال ۱۳۹۶ صورت پذیرفت. خصوصیات مهم خاک شور و خاک غیر شور محل اجرای آزمایش در جدول ۱ و داده‌های هواشناسی برای سال‌های آزمایش در جدول ۲ آورده شده‌اند. محلول‌پاشی تیمارها در سال ۱۳۹۶ در سه نوبت (۶۰ روز پس از کاشت، ۹۰ روز پس از کاشت (شروع گل‌دهی) و ۱۲۰ روز پس از کاشت (گل‌دهی کامل)) و در سال ۱۳۹۷، ۳۰ روز پس از سبز شدن، شروع گل‌دهی و گل‌دهی کامل صورت پذیرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1– Soil physical and chemical properties of the experimental field

شوری Salinity	سیلت Silt رس Clay شن Sand	ماده آلی Organic material (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن N (%)	فسفر قابل جذب Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg.kg^{-1}$)	سدیم Na ($mg.kg^{-1}$)
غیرشور Non-saline	32 41 27	1.6	7.6	0.9	0.09	13	187	13
شور Saline	36 40 25	1.03	7.4	6.7	0.07	10	185	165

برای اندازه‌گیری عملکرد زیست‌توده (بخش رویشی گیاه)، در مرحله ظهور نیام‌ها (سال ۱۳۹۶ در ۱ شهریور و ۱۵ شهریور و در سال ۱۳۹۷ در ۱ مرداد و ۱۵ مرداد به‌ترتیب برای شرایط شور و غیر شور)، یک متر مربع از هر کرت به‌طور کامل برداشت شدند. نمونه‌های برداشت شده به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشکانیده و توزین شدند. برای به‌دست آوردن عملکرد دانه در مرحله بلوغ بذر (رطوبت دانه در حدود ۱۵ درصد)، ۱ مهر (۱۶۵ روز پس از کاشت) و ۱۵ مهر (۱۸۰ روز پس از کاشت) به‌ترتیب برای شرایط شور و غیر شور) پس از حذف اثر حاشیه‌ها در هر کرت، از یک متر مربع بذور به‌طور کامل برداشت و با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند.

اندازه‌گیری کلروفیل برگ به‌روش تورنر (Turner, 1981) صورت پذیرفت. و در نهایت، غلظت کلروفیل a و b با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه گردید (Lichtenthaler & Buschmann, 2001):

معادله (۱)

Chlorophyll a ($g.l^{-1}$) = (12.25 × OD663.2) - (2.79 × OD646.8)

معادله (۲)

Chlorophyll b ($g.l^{-1}$) = (21.50 × OD646.8) - (5.10 × OD663.2)

معادله (۳)

Total chlorophyll ($g.l^{-1}$) = (0.0202× OD 663.2) + (0.00802× OD 646.8)

معادله (۴)

Carotenoid ($g.l^{-1}$) = {1000 × OD470) - 1.82 Chlorophyll a- 85.02 Chlorophyll b}/198

که در آن، OD470، OD646.8 و OD663.2: به‌ترتیب نشان‌دهنده مقدار جذب در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۶/۸ و ۶۶۳/۲ نانومتر می‌باشد.

برای اندازه‌گیری محتوای پرولین از روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) بر اساس واکنش بین پرولین و ناین هیدرین استفاده شد. برای این کار ۰/۵گرم از بافت تازه برگی به‌صورت خمیر درآمد سپس بافت برگ در ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوسالیسیلیک سه درصد قرار داده شد. نمونه‌های حاصل در طول موج ۵۲۰ نانومتر با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد.

جدول ۲- داده‌های هواشناسی ارومیه در سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷
Table 2- Urmia meteorological data in 2017 and 2018

سال Year		دی January	بهمن February	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور september	مهر October	آبان November	آذر December
۱۳۹۶ 2017	دما Temperature	4.4	4.3	6.3	11.6	17.6	22.7	26.3	25.2	21.1	12.6	6.3	1.6
	رطوبت نسبی Relative humidity	76.1	7.04	60.9	49.4	43.4	35.0	33.8	34.6	35.2	45.1	66.7	73.1
	بارش Rainfall	4.06	34.55	21.84	50.28	13.2	0	0	0.51	0	1.78	37.34	6.35
۱۳۹۷ 2018	دما Temperature	0.7	3.7	11	11.6	15.7	21.9	26.8	24.1	20.1	13.7	6.3	2.9
	رطوبت نسبی Relative humidity	67.3	70.3	47	58.2	63.8	44.4	32.9	43.3	42.1	55.9	80.5	80.3
	بارش Rainfall	47	63	39.87	108.72	44	15.5	0	0	2.29	12.69	46.24	126.8

قنـدهای محلـول کـل (TSS[1]) بـرگ بـر اسـاس روش فنـل سـولفوریک اسـید (Dubois et al., 1956) تعیـین شـد. بـرای اندازه‌گیری مقدار کربوهیـدرات‌هـای کـل محلـول، ۰/۱ میلـی‌لیتـر از عصاره الکلی به داخل لوله آزمایش ریخته شده و سه میلی لیتر آنترون تـازه تهیـه شـده (۱۵۰ میلـی‌گـرم آنتـرون + ۱۰۰ میلـی لیتـر اسـید سولفوریک ۷۲٪ W/W) به آن افزوده شد. لوله‌های آزمایش به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شدند تا مـاده رنگـی تشـکیل گردد. پس از خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب آن‌هـا در طـول مـوج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

عصاره‌گیری و تعیین گلایسـین بتـائین (GB[2]) بـر اساس روش گریو و گراتـان (Grieve & Grattan, 1983) انجـام شـد. محتـوای بتائین پس از واکنش با یدید پتاسیم در طـول مـوج ۳۶۵ نـانومتر بـه روش اسـپکتروفتومتری تعیـین شـد. میـزان جـذب توسـط دسـتگاه اسپکتروفتومتر قابل مشاهده با اشعه مـاوراء بـنفش انـدازه‌گیـری شـد (Dynamica, Halo DB-20-UV-Visible Spectrophotometer, United Kingdom).

جهت تعیین کیفیت علوفه همزمان با ۲۰ درصد گل‌دهـی (۱۲۰ و ۱۳۵ روز پس از کاشت به‌ترتیب برای شرایط شور و غیر شور) برداشت انجام شد. گیاهان از ردیف‌های وسط کرت‌هـای آزمایشـی بـرای هـر تیمار و از ارتفاع پنج سانتی‌متری بریده شـده و تـا رسـیدن بـه‌میـزان رطوبت ۱۲ درصد خشـک و وزن شـدند. نمونـه‌هـا آسـیاب شـده و از الک‌هایی به قطر یک میلی‌متر رد شـدند. میـزان مـاده خشـک قابـل هضم (DMD[3])، کربوهیدرات محلول (WSC[4])، پروتئین خام (CP[5])، خاکسـتر کـل (ASH[6])، الیـاف خـام (CF[7])، فیبـر محلـول در اسـید (ADF[8])، فیبـر محلـول در آب (NDF[9])، بـا اسـتفاده از روش طیـف سنجی مادون قرمز نزدیک (NIR)، Spectroscopy مـدل Percon- Inframatic 8620 اندازه‌گیری شدند. کالیبراسیون دستگاه با استفاده از روش جعفری و همکاران (Jafari et al., 2003) انجام شد.

1- Total soluble sugars
2- Glycine betaine
3- Dry Mater Digestibility
4- Water soluble carbohydrates
5- Crude protein
6- Total ash
7- Crude fiber
8- Acid detergent fiber
9- Neutral detergent fiber

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) صـورت گرفـت و بررسـی اثـرات متقابـل توسـط نـرم افـزار MSTAT-C و به‌کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمـال پنج درصد، انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ترکیبی داده‌های دو سال نشان داد کـه اثـر سال بر عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و میزان قنـدهای محلـول در سطح احتمال یک درصد و اثر آن بر میزان کارتنوئیـد در پـنج درصـد معنی‌دار شد. اثر شوری بر میـزان کلروفیـل b و گلایسـین بتـائین در سطح احتمال یک درصد و اثر محلول‌پاشی بـر میـزان کلروفیـل b در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بـود. اثـرات متقابـل بـین شـوری و محلول‌پاشـی بـر عملکـرد زیسـت‌تـوده، عملکـرد دانـه، کلروفیـل a، کارتنوئید، پرولین، قندهای محلول و تمامی خصوصیات مورد بررسـی مربوط به کیفیت علوفه در سطح احتمال یـک درصـد معنـی‌دار شـد، همچنین اثرات متقابل بین سال، شوری و محلول‌پاشـی بـر محتـوای کلروفیل a و الیاف خـام در سـطح احتمـال پـنج درصـد و بـر میـزان پرولین، قندهای محلول و سایر اجزای کیفیت علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۳ و ۴).

عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه

مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد که در شرایط شـور، عملکـرد زیست‌توده و عملکرد دانه به‌ترتیب ۲۷ درصد و ۱۵ درصد نسـبت بـه شرایط غیرشور کاهش یافت. در شرایط غیرشور و شور، اوره بیشـترین عملکرد زیست‌توده و دانه را داشـت. اسـتفاده از اسـید آسـکوربیک در شرایط شور و غیرشور مزیت قابل ملاحظـه‌ای در رابطـه بـا عملکـرد زیست‌توده و عملکرد دانه، نداشت (جـدول ۵). کـاهش رشـد گیـاه در شرایط تنش شوری را مـی‌تـوان بـه خشـکی فیزیولـوژیکی ناشـی از پتانسیل کم آب محلول خـاک و تنظـیم اسـمزی در نتیجـه افـزایش غلظـت یـونی در گیاهـان نسـبت داد (Hasegawa et al., 2000). به‌طور کلی، کاهش عملکرد در شرایط شوری ممکـن اسـت بـه‌دلیـل مهار فتوسنتز تحت تنش شوری باشـد کـه باعـث جـذب کمتـر مـواد مغذی توسط گیاه می‌شـود. نتـایج حاصـل از تحقیقـات مـا بـا نتـایج تحقیقات اوکو و همکاران (Oko, 2011) مشابه بـود، آن‌هـا گـزارش

کردنـد اثـر محلـول‌پاشـی نیتـروژن تـأثیر معنـی‌داری بـر صـفات مورفوفیزیولوژیکی داشت. وزن برگ و عملکرد زیست‌توده در گیاهـان تیمار شده با نیتروژن به‌طور معنـی‌داری افـزایش یافـت. ونکـاتوش و باسه (Venkatesh & Basu, 2011) گزارش کردنـد، محلـول‌پاشـی اوره تعداد شـاخه، انـدازه و عملکـرد دانـه را در گیـاه نخـود (*Cicer aritinum* L.)، افزایش داد. وزن خشـک کلـم بروکلـی (*Brassica oleracea* L.) به‌طور قابل توجهی تحت تنش شـوری متوسـط (۴۰ میلی‌مولار NaCl) کاهش یافت، امّا محلول‌پاشی اوره باعث حفظ رشد در مقادیر مشابه با گیاهان غیر شـور شـد (Del Amor & Cuadra-Crespo, 2011). در رابطه با عملکرد، داده‌های ما نشان می‌دهد کـه محلول‌پاشی اوره در شرایط شور باعـث مقابلـه گیـاه بـا اثـرات مضـر شوری می‌شود.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر محلول‌پاشی بر برخی از صفات مورد بررسی گیاه یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) در خاک شور و غیرشور

Table 3– Analysis of variance (mean of squares) of the effects of foliar spraying on some traits of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* L.) under saline and non-saline soil

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares زیست‌توده Biomass	عملکرد دانه Seed yield	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کارتنوئید Carotenoid	پرولین Proline	قندهای محلول Total soluble sugars	گلایسین بتائین Glycine betaine
سال Year (Y)	1	49959602.08^{**}	350208.33^{**}	0.17^{ns}	0.12^{ns}	1.07^{*}	2.52^{ns}	2.78^{**}	3.61^{ns}
بلوک (سال) Block (B)	4	80047.92	108.33	0.15	0.05	1.24	4.74	0.06	0.55
شوری Salinity (S)	1	23060268.75^{**}	24300.00^{**}	0.77^{**}	0.39^{**}	0.71^{ns}	0.00^{ns}	0.00^{ns}	3.89^{**}
S × Y	1	$259602/08^{ns}$	2.08^{ns}	0.82^{**}	0.24^{*}	0.38^{ns}	0.34^{ns}	0.00^{ns}	0.74^{**}
خطای a Ea	4	49085.42	57.29	0.04	0.02	0.12	0.24	0.02	0.01
محلول‌پاشی Foliar spraying (FS)	3	1262924.31^{**}	1824.30^{**}	0.15^{ns}	0.12^{*}	0.73^{*}	14.12^{**}	0.56^{**}	2.54^{ns}
FS×Y	3	274718.75^{**}	5.55^{ns}	0.41^{**}	0.18^{**}	2.13^{**}	9.4^{**}	0.82^{**}	2.96^{ns}
FS×S	3	446552.08^{**}	897.22^{**}	0.25^{**}	0.05^{ns}	1.73^{**}	7.49^{**}	0.60^{**}	1.09^{ns}
FS×S×Y	3	93318.75^{ns}	2.08^{ns}	0.20^{*}	0.03^{ns}	0.28^{ns}	9.68^{**}	0.58^{**}	0.91^{ns}
خطای b E b	24	59313.89	91.14	0.06	0.03	0.23	1.43	0.11	3.14
ضریب تغییرات CV (%)		5.44	3.36	4.72	7.53	8.99	10.14	10.46	19.55

*: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ns: غیرمعنی‌دار.

*: Significant at the 5% probability level; **: Significant at the 1% probability level; ns: not significant

محتوی رنگیزه‌های فتوسنتزی

کلروفیل b تحت تـأثیر شـوری کـاهش یافـت. بیشـترین میـزان کلروفیل b (۲/۸۰ mg.g^{-1} FW) در سال ۱۳۹۶ و در شرایط غیر شور و کمترین میزان آن در در همان سال و در شرایط شور به‌دست آمد؛ از طرفی، بیشترین میزان گلایسین بتائین (۹/۷۵ mg.g^{-1} FW)، از سال اول و در شرایط شور مشاهده شد (جدول ۷). محلول‌پاشی گیاه یونجه

زرد با تیمار اسید آسکوربیک و پرولین مقدار کلروفیل a را در خاک شور تا حدودی کاهش داد (جدول ۶). در پژوهشی گزارش شد که تحت شرایط شوری بالا استفاده از اسید آسکوربیک (چهار میلی‌مولار) میزان کلروفیل a را در گیاهان نخود (*Cicer arietinum* L.) افزایش می‌دهد. با این حال، محتوای کلروفیل b و مجموع کلروفیل a و b تحت تأثیر استعمال خارجی اسید آسکوربیک قرار نگرفت (Beltagi, 2008). تنش شوری می‌تواند از طریق افزایش گونه‌های اکسیژن فعال که ممکن است باعث آسیب سلولی شوند، منجر به تنش اکسیداتیو شود. اسید آسکوربیک به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان برای مهار پراکسید هیدروژن عمل می‌کند (Khan et al., 2011). تنش شوری میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید را در ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) کاهش داد. با این حال، استفاده برون‌زا از پرولین باعث بهبود رنگیزه‌های فتوسنتزی شد (Talat et al., 2013).

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر محلول‌پاشی بر کیفیت علوفه گیاه یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) در خاک شور و غیرشور

Table 4– Analysis of variance (mean of squares) of the effects of foliar spraying on forage quality of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* L.) under saline and non-saline soil

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares						
		پروتئین خام Crude protein	ماده خشک قابل هضم Dry matter digestibility	کربوهیدرات محلول در آب Water soluble carbohydrates	فیبر محلول در اسید Acid detergent fiber	خاکستر کل ASH	الیاف خام Crude fiber	فیبر محلول در آب Neutral detergent fiber
سال Year (Y)	1	91.16**	1409.09**	51.21*	1369.06**	2.68ns	18.93ns	648.63**
بلوک (سال) Block (B)	4	4.64ns	8.89ns	4.4ns	10.58ns	4.33ns	4.13ns	13.69ns
شوری Salinity (S)	1	66.67**	676.57**	1.56ns	566.29**	2.78**	69.14**	485.45**
S × Y	1	9.96**	186.08**	2.52ns	116.59**	0.00ns	7.65**	17.29ns
خطای a Ea	4	0.01	2.67	0.38	2.80	0.01	0.52	7.72
محلول‌پاشی Foliar spraying (FS)	3	63.94**	62.68**	1.49**	23.53**	1.06**	17.26**	92.46**
FS×Y	3	19.73**	14.42**	3.14**	4.53*	0.13**	47.07**	36.67**
FS×S	3	20.87**	98.58**	2.11**	95.90**	0.27**	15.78**	27.24**
FS×S×Y	3	16.92**	57.14**	2.36**	40.73**	0.71**	2.18*	30.37**
خطای b E b	24	0.62	1.24	0.07	1.21	0.01	0.59	2.46
ضریب تغییرات CV (%)		3.75	1.94	2.09	2.52	1.04	2.76	2.82

*: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ns: غیرمعنی‌دار.

*: Significant at the 5% probability level; **Significant at the 1% probability level; ns: not significant

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی روی زیست‌توده و عملکرد دانه یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) در سطوح شوری

Table 5- Mean comparison of foliar spraying on biomass and seed yield of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) under levels of salinity

شوری Salinity	محلول‌پاشی Foliar treatments	زیست‌توده Biomass (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})
غیرشور Non-saline	شاهد Control	4765.00±1129.98 ^{bc}	291.66±95.42 ^{bc*}
	اوره Urea	5753.33±1085.00 ^{a}	327.50±94.27 ^{a}
	پرولین Proline	5341.66±899.96 ^{b}	306.66±93.36 ^{b}
	اسید آسکوربیک Ascorbic acid	4790.00±1138.63 ^{bc}	300.00±93.22 ^{b}
شور Saline	شاهد Control	3896.66±1396.26 ^{c}	272.50±94.59 ^{c}
	اوره Urea	3970.00±1444.99 ^{c}	275.00±93.54 ^{c}
	پرولین Proline	3813.33±927.00 ^{c}	254.16±94.36 ^{cd}
	اسید آسکوربیک Ascorbic acid	3425.00±1093.28 ^{d}	244.16±92.81 ^{d}

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

* In each column, different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$.

انحراف معیار

±Standard deviation (±SD)

اسمولیت‌ها

در شرایط شور، محلول‌پاشی اوره، پرولین و اسید آسکوربیک، میزان پرولین برگ را به‌میزان قابل توجهی افزایش داد. بیشترین میزان پرولین (15.47 mg.g^{-1} FW) در سال اول از محلول‌پاشی گیاهان با اوره در شرایط غیر شور و کمترین میزان آن (9.13 mg.g^{-1} FW) سال دوم در گیاهان شاهد و در شرایط شور به‌دست آمد (جدول ۶). با وجود اینکه میزان پرولین و قندهای محلول در شرایط شور و غیر شور معنی‌دار نبود، ولی محتوای گلایسین بتائین در خاک شور نسبت به شرایط غیرشور در سال ۱۳۹۶، هشت درصد و در سال ۱۳۹۷، چهار درصد افزایش یافت (جدول ۷). غلظت قند محلول در اثر محلول‌پاشی در شرایط شور و غیر شور افزایش یافت. محلول‌پاشی اوره و پرولین میزان کل قند محلول را در شرایط غیر شور بهبود بخشید و بیشترین میزان قندهای محلول (۴/۲۰ mg.g^{-1} FW) در سال اول و از محلول‌پاشی گیاهان با اوره در شرایط غیرشور به‌دست آمد (جدول ۶). تنظیم‌کننده‌های اسمزی می‌توانند به‌عنوان مکانیسم‌هایی برای حفظ پتانسیل آب سلولی در گیاهان تحت تنش شوری عمل کنند (Abdelaal et al., 2018). در این راستا، افزایش قندهای محلول در شرایط شوری با افزایش نشاسته و تجمع فعالیت اینورتاز همراه است (Darko et al., 2017). بهبود قابل توجه محتوای قندهای محلول (جدول ۵) ممکن است نشان دهد که اوره و اسید آسکوربیک عملکرد تعدادی از آنزیم‌ها را در فرآیند فیزیولوژیکی تحریک می‌کنند که احتمالاً محتوای قندهای محلول کل را افزایش می‌دهند (Hasani et al., 2015). گلایسین بتائین و پرولین، به‌عنوان اسیدهای آمینه مهم، اسمولیت‌هایی هستند که در گیاهان تحت تنش شوری در سطوح متفاوت ایجاد می‌شوند (Storey et al., 1977). تجمع پرولین و سنتز همزمان اسمولیت‌های مختلف در گیاهان تحت شرایط با شوری اخیراً گزارش شده است (Bhuiyan et al., 2016). تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر محتوای گلایسین بتائین نداشت. بر اساس گزارش‌ها، مشخص شده است که هر گونه، ترجیحاً از یک ترکیب خاص برای تعادل اسمزی استفاده می‌کند (Al Hassan et al., 2016). محلول‌پاشی با اوره، اسید آسکوربیک و پرولین باعث بهبود محتوای پرولین در شوری شد (جدول ۶).

محلول‌پاشی با افزایش کربوهیدرات‌های محلـول و محتـوای پـرولین برگ‌ها می‌تواند مسئول تنظیم میـزان آب سـلول‌هـای گیـاهی باشـد (Rady & Hemida, 2016).

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال و محلول‌پاشی روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی یونجه زرد(.*Melilotus officinalis* L) در سطوح شوری

Table 6- Mean comparison of interactions effect between year and foliar spraying on some physiological traits of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) under levels of salinity

سال Year	شوری Salinity	محلول‌پاشی Foliar treatments	کلروفیل a Chlorophyll a (mg.g-1 FW)	پرولین Proline (mg.g-1 FW)	قندهای محلول Soluble sugars total (mg.g-1 FW)
۱۳۹۶ 2017	غیرشور Non-saline	شاهد Control	5.49±0.17 ab	12.43±0.17 c	2.73±0.16 c
		اوره Urea	5.77±0.15 a	15.47±0.15 a	4.20±0.19 a
		پرولین Proline	5.54±0.15 ab	9.38±0.10 f	3.82±0.13 ab
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	5.23±0.15 b	11.19±0.15 d	3.05±0.17 bc
	شور Saline	شاهد Control	5.04±0.15 c	10.73±0.15 e	3.09±0.07 bc
		اوره Urea	5.45±0.41 ab	13.63±0.53 b	3.86±0.52 ab
		پرولین Proline	4.70±0.11 d	11.89±1.14 d	2.71±0.04 c
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	4.77±0.09 d	11.49±0.09 d	3.99±0.21 ab
۱۳۹۷ 2018	غیرشور Non-saline	شاهد Control	4.95±0.44 c	12.37±1.51 c	3.03±0.58 bc
		اوره Urea	4.95±0.37 c	12.02±2.59 c	2.81±0.28 c
		پرولین Proline	5.04±0.26 c	12.40±1.80 c	2.89±0.18 c
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	5.56±0.11 ab	9.16±0.59 f	3.05±0.30 bc
	شور Saline	شاهد Control	5.59±0.13 ab	9.13±0.42 f	3.03±0.33 bc
		اوره Urea	5.02±0.19 c	12.54±1.52 c	2.94±0.18 c
		پرولین Proline	4.95±0.38 c	11.91±2.41 d	2.82±0.30 c
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	4.96±0.43 c	13.08±2.13 b	3.02±0.53 bc

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

In each column, different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$.

انحراف معیار

±standard deviation (±SD)

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر سال روی کلروفیل b و گلایسین بتائین یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) در سطوح شوری

Table 7- Mean comparison of year effect on Chlorophyll b and Glycine betaine of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) under levels of salinity

سال Year	شوری Salinity	کلروفیلb Chlorophyll b	گلایسین بتائین Glycine betaine
		(mg.g^{-1} FW)	
۱۳۹۶ 2017	غیر شور Non-saline	2.80±0.29 [a]	8.93±1.26 [b]
	شور Saline	2.48±0.23 [c]	9.75±1.15 [a]
۱۳۹۷ 2018	غیر شور Non-saline	2.56±0.19 [b]	8.63±1.77 [c]
	شور Saline	2.52±0.19 [bc]	8.95±1.73 [b]

*حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

* In each column, different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$.

انحراف معیار

±Standard deviation (±SD)

کیفیت علوفه

شوری میزان پروتئین خام (CP) را کاهش داد و از طرفی، محلول‌پاشی هم در شرایط غیرشور و هم در شرایط شور میزان پروتئین خام را نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین میزان پروتئین خام در سال اول و از گیاهان محلول‌پاشی شده با اوره در شرایط غیرشور به‌دست آمد و کمترین میزان آن در سال دوم در گیاهان شاهد و در شرایط شور مشاهده شد. برخلاف نتایج حاصل از تجزیه واریانس در تحقیق حاضر، بحرینی نژاد و الله دادی (Bahreininejad & Allahdadi, 2020) در مطالعه‌ای که روی کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.) در شرایط آبیاری با آب شور داشتند، گزارش کردند که افزایش سطح شوری میزان پروتئین خام را افزایش داد. به نظر می‌رسد، شرایط شور تأثیر قابل توجهی بر متابولیسم نیتروژن در گیاهان داشته و تأثیر مستقیمی بر میزان سنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها دارد (Ashraf et al., 2018).

میزان ماده خشک قابل هضم (DMD) در شرایط غیرشور بیشتر از شرایط شوری بود. در شرایط غیرشور، بیشترین میزان ماده خشک قابل هضم (۶۹/۵۶ درصد) در گیاهان محلول‌پاشی شده با اسید آسکوربیک در سال اول مشاهده شد و کمترین میزان ماده خشک قابل هضم (۴۵/۰۴ درصد) سال دوم در شرایط شور و در گیاهان تیمار شده با پرولین مشاهده شد (جدول ۷). اگر چه موسوی‌فر و همکاران (Moosavifar et al., 2016) نشان دادند که میزان ماده خشک قابل هضم تحت تأثیر شوری قرار نگرفت، امّا در تحقیق حاضر، نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (جدول ۸) نشان داد که در شرایط شوری میزان ماده خشک قابل هضم نسبت به شرایط غیر شور، کاهش یافت. کاهش ماده خشک قابل هضم در شرایط شوری می‌تواند به‌دلیل کاهش محتوای پروتئین خام و افزایش محتوای الیاف محلول در آب و الیاف محلول در شوینده اسیدی باشد (Hedayati-Firoozabadi et al., 2020).

سال اول در شرایط غیرشور محلول‌پاشی اوره، پرولین و اسید آسکوربیک میزان کربوهیدرات محلول در آب را افزایش داد، ولی میزان آن درشرایط شوری در محلول‌پاشی اوره نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در آب (WSC) (۱۵/۷۱ درصد) در سال اول، در شرایط شور و در گیاهان تیمار شده با پرولین، به‌دست آمد و کمترین میزان آن (۱۲/۲۷ درصد) در سال دوم در گیاهان محول‌پاشی شده با اسید آسکوربیک و در شرایط شوری مشاهده شد (جدول ۷). در تحقیق حاضر، شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان کربوهیدرات محلول در آب نداشت. بر اساس مطالعات صورت پذیرفته واکنش کربوهیدرات محلول در آب در شرایط شور متفاوت است. به نظر می‌رسد که این املاح در پاسخ به تنش شوری در گیاهان نقش اساسی ایفا نمی‌کنند. مطالعات متعددی در مورد تأثیر شوری بر کربوهیدرات‌های محلول در آب در محصولات علوفه‌ای منتشر شده است. برخی از تحقیقات نشان دادند، شوری تأثیری بر میزان کربوهیدرات محلول ندارد (Bahreininejad & Allahdadi, 2020). امّا تیموری و همکاران (Teimouri et al., 2009) گزارش

کردند، کربوهیدرات‌های محلول تحت تنش شوری در سه گونه گیاه علف شور کاهش یافت، ولی نتایج حاصل از تحقیقات باوی و همکاران (Bavi et al., 2011) نشان داد در شرایط شوری میزان کربوهیدرات‌های محلول افزایش یافت.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال و محلول‌پاشی روی کیفیت علوفه یونجه زرد (*Melilotus officinalis* L.) در سطوح شوری

Table 8- Mean comparison of interactions effect between year and foliar spraying on forage quality of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) under levels of salinity

سال **Year**	شوری **Salinity**	محلول‌پاشی **Foliar treatments**	فیبر محلول در آب **Neutral detergent fiber**	الیاف خام **Crude fiber**	خاکستر کل **ASH**	فیبر محلول در اسید **Acid detergent fiber**	کربوهیدرات محلول در آب **Water soluble carbohydrates**	قابلیت هضم ماده خشک **Dry matter digestibility**	پروتئین خام **Crude protein**
						(%)			
۱۳۹۶ 2017	غیرشور Non-saline	شاهد Control	50.46±1.04 e*	28.45±1.04 b	10.16±1.04 b	34.83±1.04 de	13.84±1.04 ab	65.53±1.04 b	20.48±1.04 c
		اوره Urea	50.67±1.04 e	30.12±1.04 ab	10.50±1.04 ab	33.86±1.04 e	14.45±1.04 a	69.56±1.04 a	25.97±1.04 a
		پرولین Proline	51.49±1.04 e	29.84±1.04 b	9.80±1.04 cd	43.80±1.04 c	13.97±1.04 ab	56.06±1.04 d	21.99±1.04 ab
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	45.01±1.04 f	28.84±1.04 b	9.69±1.04 cd	33.40±1.04 e	15.36±1.00 a	67.62±1.02 a	24.18±1.04 a
	شور Saline	شاهد Control	58.52±1.04 c	29.56±1.04 b	10.96±1.04 a	41.08±1.04 cd	12.49±1.04 b	60.66±1.04 c	20.50±1.15 c
		اوره Urea	58.25±1.04 c	29.33±1.04 b	10.28±1.04 b	43.08±1.04 c	12.57±1.04 b	59.32±1.04 c	22.96±1.04 b
		پرولین Proline	50.14±1.04 e	24.08±1.03 cd	9.76±1.04 cd	35.30±1.04 de	15.71±1.04 a	64.10±1.04 b	21.89±1.04 b
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	51.36±1.04 e	27.28±0.83 c	10.99±1.04 a	41.44±1.04 cd	13.59±1.04 ab	60.40±1.04 c	21.49±1.04 b
۱۳۹۷ 2018	غیرشور Non-saline	شاهد Control	55.28±3.60 d	28.68±0.76 b	9.34±0.16 d	40.01±3.67 d	12.16±0.66 b	62.95±3.17 ab	15.19±0.62 d
		اوره Urea	59.27±0.93 c	26.73±0.85 c	9.72± 0.24 cd	47.57±2.23 b	11.76±0.92 c	53.67±2.23 cd	20.32±0.51 c
		پرولین Proline	59.57±2.87 c	33.54±0.52 a	9.08±0.12 d	47.96±0.68 b	11.37±0.07 c	51.98±0.93 cd	16.42±0.49 d
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	48.13±2.26 f	26.48±1.45 c	10.04±0.8 b	40.62±3.08 d	12.27±0.42 b	62.88±3.06 ab	25.61±0.86 a
		شاهد Control	61.06±0.79 b	27.87±0.81 c	10.21±0.13 b	53.16±0.54 ab	12.09±0.26 b	45.63±0.42 d	17.44±1.44 cd
		اوره Urea	66.50±0.28 a	23.05±0.11 d	10.28±0.02 b	55.59±1.83 a	12.07±0.27 b	48.19±1.64 cd	22.57±0.28 b
		پرولین Proline	62.58±3.00 b	28.69±1.43 b	9.71±0.19 cd	53.77±0.63 ab	11.42±0.16 c	45.04±1.04 d	18.89±1.40 bc
		اسید آسکوربیک Ascorbic acid	61.75±2.89 b	23.03±1.32 d	10.00±0.04 b	53.59±0.38 ab	12.37±0.48 b	46.53±0.35 d	18.28±1.46 bc

* حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

* In each column, different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$.

انحراف معیار

±standard deviation (±SD)

شوری، میزان فیبر محلول در اسید (ADF[1]) و فیبر محلول در آب

1 - Acid detergent fiber

(NDF[1]) را نسبت به شرایط غیرشور به‌ترتیب ۱۴ و ۱۱ درصد افزایش و میزان الیاف خام (CF[2]) را ۸/۲۵ درصد نسبت به شرایط غیرشور کاهش داد. همچنین در شرایط شوری، تیمار با اوره، میزان فیبر محلول در اسید و فیبر محلول در آب را در هر دو سال افزایش داد. بیشترین میزان فیبر محلول در اسید (۵۵/۵۹ درصد) و فیبر محلول در آب (۶۶/۵۰ درصد)، سال ۱۳۹۷ در شرایط شور و از گیاهان یونجه محلول‌پاشی شده با تیمار اوره به‌دست آمد و کمترین میزان فیبر محلول در اسید (۳۳/۴۰ درصد) و فیبر محلول در آب (۴۵/۰۱ درصد)، در سال ۱۳۹۶ در شرایط غیرشور و در تیمار اسید آسکوربیک مشاهده شد (جدول ۷). نتیجه مشابهی توسط هدایتی فیروزآبادی و همکاران (Hedayati-Firoozabadi et al., 2020) گزارش شده است، آن‌ها بیان کردند شوری میزان فیبر محلول در اسید و فیبر محلول در آب را در گیاهان سورگوم (*Sorghum bicolor*) (در شوری ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر) افزایش داد، امّا موسوی‌فر و همکاران (Moosavifar et al., 2019) نشان دادند این دو پارامتر در گیاه کوشیا (*Kochia scoparia* L.) تحت تأثیر شوری قرار نگرفتند. شرایط نامطلوب مانند شوری در طول فصل رشد باعث افزایش پلی ساکاریدها در دیواره سلولی و کاهش کربوهیدرات‌های محلول می‌شود و در نتیجه، منجر به افزایش الیاف نامحلول و افزایش ADF و NDF می‌شود که به‌طور کلی، کیفیت علوفه را کاهش می‌دهد (Al-Dakheel et al., 2015). در این تحقیق، میزان فیبر محلول در اسید و فیبر محلول در آب در شرایط شوری در اثر محلول‌پاشی اوره افزایش یافت، ولی دِلِواتی و همکاران (Delevatti et al., 2019) گزارش کردند، با افزایش نیتروژن میزان هر دوی این فیبرها کاهش پیدا می‌کند. در رابطه با الیاف خام، در هر دو سال در شرایط شور، محلول‌پاشی با پرولین و اسید آسکوربیک تا حدودی میزان آن را کاهش داد. بیشترین میزان الیاف خام (۳۳/۵۴ درصد) در شرایط غیرشور و در گیاهان یونجه محلول‌پاشی شده با تیمار پرولین در سال ۱۳۹۷ مشاهده شد و کمترین میزان آن (۲۳/۰۳ درصد)، در سال دوم در شرایط شور و از تیمار اسید آسکوربیک به‌دست آمد و بعد از آن هم تیمار اوره با ۲۳/۰۵ درصد قرار داشت (جدول ۷). اگرچه نتایج حاصل از تحقیق دیانتی تیلکی (Dianati Tilaki, 2015) نشان داد، با افزایش شوری درصد فیبر خام افزایش یافت، ولی در تحقیق حاضر شوری میزان الیاف خام را کاهش داد که این نتیجه با یافته حاصل از پژوهش هدایتی فیروزآبادی و همکاران (Hedayati-Firoozabadi et al., 2020) مشابه است، آن‌ها بیان کردند، شوری میزان الیاف خام را در گیاه سورگوم کاهش داد.

میزان خاکستر کل (ASH[3]) در شرایط شور ۴/۶ درصد بیشتر از شرایط غیر شور بود. در سال اول، بیشترین میزان خاکستر کل در شرایط شور و از گیاهان شاهد (۱۰/۹۶ درصد) و گیاهان محلول‌پاشی شده با اسید آسکوربیک (۱۰/۹۹ درصد) به‌دست آمد (جدول ۷). ولی‌زاده و همکاران (Valizadeh et al., 2016) نیز گزارش کردند، با افزایش شوری میزان خاکستر کل در گیاه کوشیا به‌دلیل جذب سدیم بیشتر افزایش یافت، همچنین افزایش میزان خاکستر کل در شرایط شوری توسط موسوی‌فر و همکاران (Moosavifar et al., 2019) نیز گزارش شده است. افزایش قابل توجه خاکستر کل در شرایط شوری می‌تواند ناشی از جذب بیش از حد نمک در شرایط تنش باشد. در شرایط شور، گیاهان مقدار زیادی نمک را جذب می‌کنند و سپس مقدار بیشتری نمک را به ساقه منتقل می‌کنند که منجر به محتوای خاکستر بیشتر می‌شود (Nabati et al., 2014).

نتیجه‌گیری

این تحقیق درک بهتری از اثر شوری بر جنبه‌های فیزیولوژیکی و کیفیت گیاه یونجه زرد ارائه می‌کند. شوری به‌شدت رشد، عملکرد و کیفیت علوفه گیاه را تحت تأثیر قرار داد. به‌طور کلی، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه در شرایط شور نسبت به شرایط غیرشور کمتر بود. در هر دو شرایط، محلول‌پاشی اوره بیشترین تأثیر را بر عملکرد گیاه یونجه داشت و میزان آن را نسبت به شاهد و سایر تیمارها افزایش داد. کیفیت علوفه گیاهان با پروتئین خام، هضم‌پذیری و انرژی متابولیسمی نسبت مستقیم و با ADF[4] و فیبر خام نسبت عکس دارد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان NDF[5] و ADF[6] در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور افزایش یافت. در شرایط شور، محلول‌پاشی گیاهان با اسید آسکوربیک میزان پروتئین خام را نسبت به شاهد و سایر تیمارها افزایش داد. بیشترین میزان فیبر محلول در اسید و فیبر محلول در آب، در شرایط شوری و در اثر محلول‌پاشی گیاه یونجه با اوره، به‌دست آمد. بنابراین، در شرایط شوری محلول‌پاشی گیاهان یونجه زرد با اسید آسکوربیک باعث

1 - Neutral detergent fiber
2 - Crude fiber
3 - Total ash
4 - Acid detergent fiber
5 - Acid detergent fiber
6 - Acid detergent fiber

افزایش کیفیت علوفه و محلول‌پاشی با اوره منجر به کـاهش کیفیـت علوفه شد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از آقای وکیلـی مسـئول آزمایشـگاه فیزیولـوژی گیاهان زراعی گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشـگاه ارومیـه بـه‌جهـت کمک در اجرای آزمایشات این تحقیق قدردانی می‌کنند.

References

1. Abdelaal, K., Hafez, Y.M., El-Afry, M.M., Tantawy, D.S., & Alshaal, T. (2018). Effect of some osmoregulators on photosynthesis, lipid peroxidation, antioxidative capacity, and productivity of barley (*Hordeum vulgare* L.) under water deficit stress. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*, 30199-30211. DOI: 10.1007/s11356-018-3023-x
2. Acosta Motos, J.M., Ortuño, A., Bernal-Vicente, P., Diaz Vivancos, M., Sanchez Blanco, M.J., & Hernandez, J.A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, *7*(1), 18. DOI: 10.3390/agronomy7010018
3. Al Hassan, M., Pacurar, A., López-Gresa, M.P., Donat-Torres, M.P., Llinares, J.V., Boscaiu, M., & Vicente, O. (2016). Effects of salt stress on three ecologically distinct Plantago species. *Plos One 11*, e0160236. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160236
4. Al-Dakheel, A.J., Hussain, M.I., & Rahman, A. (2015). Impact of irrigation water salinity on agronomical and quality attributes of *Cenchrus ciliaris* L. accessions. *Agricultural Water Management*, *159*, 148–154. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.06.014
5. Ashraf, M., & Harris, P.J.C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science, 166*, 3-16. DOI: 10.1016/j.plantsci.2003.10.024
6. Ashraf, M., Shahzad, S.M., Imtiaz, M., & Rizwan, M.S. (2018). Salinity effects on nitrogen metabolism in plantsfocusing on the activities of nitrogen metabolizing enzymes: A review. *Journal of Plant Nutrition, 41*, 1065-1081. DOI:10.1080/01904167.2018.1431670
7. Bahreininejad, B., & Allahdadi, M. (2020). Effects of saline irrigated water on forage quality of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. scolymus L.). *Iran Agricultural Research*, *39*(1), 59-66. DOI: 10.22099/IAR.2020.34907.1363
8. Bates, L., Waldren, R.P., & Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, *39*, 205-207.
9. Bastam, N., Baninasab, B., & Ghobadi, C. (2013). Interactive effects of ascorbic acid and salinity stress on the growth and photosynthetic capacity of pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *88*, 610-616. DOI:10.1080/14620316.2013.11513014
10. Bavi, V., Shiran, B., & Arzani, A. (2011). Evaluation of salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* L.) using ion accumulation, proline, and peroxidase criteria. *Plant Growth Regulation*, *64*(3), 275-285. DOI:10.1007/s10725-011-9568-z
11. Beltagi, M.S. (2008). Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) induced anabolic changes for salt tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. *African Journal of Plant Science, 2*, 118-123.
12. Bhuiyan, M.S.I., Maynard, G., Raman, A., Hodgkins, D., Mitchell, D., & Nicol, H. (2016). Salt effects on proline and glycine betaine levels and photosynthetic performance in *Melilotus siculus*, *Tecticornia pergranulata*, and *Thinopyrum ponticum* measured in simulated saline conditions. *Functional Plant Biology*, *43*, 254-265. DOI: 10.1071/FP15330
13. Chen, T.H.H., & Murata, N. (2008). Glycine betaine: An effective protectant against abiotic stress in plants. *Trends in Plant Science*, *13*, 499–505. DOI: 10.1016/j.tplants.2008.06.007
14. Cheng, L., Dong, S., & Bates, T. (2002). Urea uptake and nitrogen mobilization by apple leaves in relation to tree nitrogen status in autumn. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *77*, 13-18.
15. Chorepsima, S., Tentolouris, K., Dimitroulis, D., & Tentolouris, N. (2013). Melilotus: Contribution to wound healing in the diabetic foot. *Journal of Herbal Medicine*, *3*, 81-86. DOI:10.1016/j.hermed.2013.04.005
16. Darko, E., Gierczik, K., Hudak, O., Forgo, P., Pal, M., Türkösi, E., Kovacs, V., Dulai, S., Majlath, I., Molnar, I., &

Janda, T. (2017). Differing metabolic responses to salt stress in wheat-barley addition lines containing different 7H chromosomal fragments. *Plos One*, *12*(3), e0174170. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174170

17. Dawood, M.G., Taie, H.A.A., Nassar, R.M.A., Abdelhamid, M.T., & Schmidhalter, U. (2014). The changes induced in the physiological, biochemical, and anatomical characteristics of *Vicia faba* by the exogenous application of proline under seawater stress. *South African Journal of Botany*, *93*, 54-63. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.03.002
18. Del Amor, F.M., & Cuadra-Crespo, P. (2011). Alleviation of salinity stress in broccoli using foliar urea or methyl-jasmonate: Analysis of growth, gas exchange, and isotope composition. *Plant Growth Regul*, *63*, 55–62. DOI:10.1007/s10725-010-9511-8
19. Delevatti, L.M., Cardoso, A.S., Barbero, R.P., Leite, R.G., Romanzini, E.P., Ruggieri, A.C., & Reis, R.A. (2019). Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. *Scientific Reports*, *9*, 7596.
20. Dianati Tilaki, G.A. (2015). Effect of salinity stress (Na_2So_4) on Forage quality of *Medicago polymorpha* and *Medicago scutelata*. *Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi)*, *107*, 57-65. (In Persian with English Summary)
21. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, *28*, 350-356. DOI: https://doi.org/10.1021/ac60111a017
22. Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ehteshamnia, A., Nabavi, M., Nabavi, F., Ebrahimzadeh, A., & Pourmand, F. (2011). Influence of environmental factors on antioxidant activity, phenol, and flavonoid content of walnut. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5*(7), 11.
23. Grieve, C.M., & Grattan, S.R. (1983). Rapid assay for determination of water-soluble quaternary ammonium compounds. *Plant and Soil*, *70*, 303-307. DOI: https://doi.org/10.1007/BF02374789
24. Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G., & Sofla, H.S. (2015). Effect of foliar and soil application of urea on leaf nutrients concentrations, yield and fruit quality of pomegranate. *Journal of Plant Nutrition*, *39*, 749-755. DOI:10.1080/01904167.2015.1047525
25. Hasegawa, P., Bressan, M., Zhu, R.A., & Bohnert, J.K.H.J. (2000). Plant cellular and molecular response to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, *51*, 463-499. DOI: 10.1146/annurev.arplant.51.1.463
26. Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M.N., Wani, A.S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments. A review. *Plant Signaling and Behavior*, *7*, 1456-1466. DOI: 10.4161/psb.21949
27. Hedayati-Firoozabadi, A., Kazemeini, S.A., Pirasteh-Anosheh, H., Ghadiri H., & Pessarakli, M. (2020). Forage yield and quality as affected by salt stress in different ratios of *Sorghum bicolor-Bassia indica* intercropping. *Journal of Plant Nutrition*, *43*, 1-11. DOI: https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1783301
28. Isayenkov, S.V., & Maathuis, F. (2019). Plant salinity stress; many unanswered questions remain. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 80. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00080
29. Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A., & Walsh, E. I. (2003). A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near-infrared reflectance spectroscopy. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, *42*, 293-299.
30. Kammann, C.I., Linsel, S., Gobling, J.W., & Koyro, H. (2011). Influence of biochar on drought tolerance of *Chenopodium quinoa* wild and on soil-plant relation. *Plant and Soil*, *345*, 195-210. DOI:10.1007/s11104-011-0771-5
31. Khan, T., Mazid, M., & Mohammad, F. (2011). A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress in plants. *Journal of Agrobiology*, *28*, 97-111. DOI: 10.2478/v10146-011-0011-x
32. Lichtenthaler, H.K., & Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, F4.3.1-F4.3.8. DOI: https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01
33. Meyer, D. (2005). Sweet clover production and management. North Dakota State University Extension Service. www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/hay/r862w.htm. Accessed 16 October 2008. National Academy of Sciences. 1971. Atlas of nutritional data on United States and Canadian feeds. Washington DC: NAS. 772p.
34. Moosavifar, B.E., Khazaei, H.R., & Kafi, M. (2019). The determine of nutrition value of Kochia (*Kochia Scoparia* L.) forage under salinity and deficit irrigation conditions. *Journal of Agroecology*, *11*(2), 619-634. (In Persian with English Summary)

35. Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., & Zare Mehrgerdi, M. (2014). Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of forage kochia (*Kochia scoparia*) in different salinity levels and time. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *12*, 613–620.
36. Oko, B.F.D., Eneji, A.E., Binang, W., Irshad, M., Yamamoto, S., Honna, T., & Endo, T. (2003). Effect of foliar application of urea on reproductive abscission and grain yield of soybean. *Journal of Plant Nutrition*, *26*(6), 1223–1234. DOI: https://doi.org/10.1081/PLN-120020366
37. Puyang, X., An, M., Han, L., & Zhang, X. (2015). Protective effect of spermidine on salt stress induced oxidative damage in two Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) cultivars. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *117*, 96-106. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.03.023
38. Rady, M.M., & Hemida, K.A. (2016). Sequenced application of ascorbate-proline-glutathione improves salt tolerance in maize seedlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *133*, 252-259. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.07.028
39. Rogers, M., Colmer, T., Frost, K., Henry, D., Cornwall, D., Hulm, E., Deretic, J., Hughes, S., & Craig, A. (2008). Diversity in the genus *Melilotus* for tolerance to salinity and waterlogging. *Plant and Soil*, *304*, 89-101.
40. Ruan, J., & Gerendás, J. (2015). Absorption of foliar-applied urea-15N and the impact of low nitrogen, potassium, magnesium, and sulfur nutritional status in tea (*Camellia sinensis* L.) plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, *61*, 653-663. DOI: https://doi.org/10.1080/00380768.2015.1027134
41. Sajid, Z.A., & Aftab, F. (2016). Foliar spray of ascorbic acid improves salinity tolerance in *Solanum tuberosum* L. *Acta Horticulturae*, *1145*, 69-74. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1145.10
42. Sharma, P., & Dubey, R.S. (2005). Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. *Plant Growth Regulation*, *46*, 209-221.
43. Stefanovic, D., Tesic, D., & Ljiljana, R. (2015). *Melilotus albus* and *Dorycnium herbaceum* extracts as sources of phenolic compounds and their antimicrobial, antibiofilm, and antioxidant potentials. *Journal Food Drug Journal of Food and Drug Analysis*, *23*(3), 417-424. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.01.003
44. Storey, R., Ahmad, N., & Wyn Jones, R.G. (1977). Taxonomic and ecological aspects of the distribution of glycine betaine and related compounds in plants. *Oecologia*, *27*, 319-332. DOI: 10.1007/BF00345565
45. Talat, A., Nawaz, K., Hussain, K., Bhatti, K.H., Siddiqi, E.H., Khalid, A., Anwer, S., & Sharif, M.U. (2013). Foliar application of proline for salt tolerance of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Applied Sciences Journal*, *22*, 547–554. DOI:10.5829/idosi.wasj.2013.22.04.19570
46. Teimouri, A., Jafari, M., & Azarniv, H. (2009). Effect of proline, soluble carbohydrates, and water potential on resistance to salinity of three Salsola species. *Desert*, *14*, 15-20. DOI: 10.22059/JDESERT.2010.21742
47. Turner, N.C. (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water stress. *Plant and Soil*, *58*, 339-366.
48. Valizadeh, R., Mahmoudi-Abyane, M., & Ganjavi R. (2016). Chemical composition, *in vitro* digestibility, and fermentative gas production of *Kochia scoparia* irrigated by water containing different levels of salinity. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *8*(2), 238-247. (In Persian with English Summary) DOI: 10.22067/IJASR.V8I2.27715
49. Valizadeh-Kamran, R., Vajdi Mehrabani, L., & Pessarakli, M. (2019). Effects of foliar application of methanol on some physiological characteristics of *Lavandula stoechas* L. under NaCl salinity conditions. *Journal of Plant Nutrition*, *42*, 1-8. DOI:10.1080/01904167.2018.1554677
50. Venkatesh, M.S., & Basu, P.S. (2011). Effect of foliar application of urea on growth, yield, and quality of chickpea under rainfed conditions. *Journal of Food Legumes*, *24*(2), 110-112.
51. Wani, A.S., Ahmad, A., Hayat, S., & Tahir, I. (2016). Is foliar spray of proline sufficient for mitigation of salt stress in *Brassica juncea* cultivars? *Environmental Science and Pollution Research*, *23*, 13413-13423. DOI: 10.1007/s11356-016-6533-4